

жоквартирных домов в результате начисления платы за электрическую энергию, потребленную на общедомовые нужды в пределах норматива), снижения дебиторской задолженности и расходов, связанных с ее взысканием (с учетом необходимости привлечения банковских кредитов по минимальной ставке 14,2%), снижения затрат на проведение контрольных съёмов показаний ИП, снижения затрат на ввод ПУ в эксплуатацию, снижения затрат на введение режима ограничения потребителей (удаленное отключение/подключение электроэнергии).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 (ред. от 28.07.2017) «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» [Электронный ресурс]. – Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
2. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 (ред. от 27.06.2017) «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» [Электронный ресурс]. – Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
3. Федеральный закон от 29.06.2015 № 167-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Доступ из СПС «КонсультантПлюс».

Научный руководитель: Р.К. Шакирова, к.э.н., доцент, Марийский государственный университет.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТОРГОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В ИЗОЛИРОВАННОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РАСПРЕДЕЛЁННОГО РЕЕСТРА

Е.О. Солдусова, А.В. Проничев

Самарский государственный технический университет

Современная электроэнергетика – одна из самых наукоёмких и технологичных отраслей промышленности. Одним из перспективных направлений для поиска решений задач управления режимами и коммерческого учёта электроэнергии в электроэнергетических системах является применение технологий распределённого реестра – Blockchain, что обусловлено повышением доступности возобновляемых источников энергии, объединяемых в системы с распределённой генерацией [1].

В данной работе предлагается использование автоматического устройства, реализующего технологию Blockchain, для учёта переданной и потреблённой в каждом узле сети электроэнергии посредством системы самоисполняе-

мых контрактов, а также осуществляющего функции автоматизированного управления режимами микрогрида.

Целью настоящей работы является обоснование и реализация принципов управления режимами и коммерческого учёта электроэнергии в микрогридах с помощью автоматического устройства, реализующего технологию Blockchain. Управление режимом в данном случае направлено на сокращение необходимых резервов мощности с учётом требуемого уровня надёжности электроснабжения и качества электроэнергии. При этом рыночный механизм в рамках микросети организован на основе подходов [2-3].

Анализ режимов работы микрогрида

Расчет режима работы рассматриваемой системы был произведен в программе RastrWin3 с целью учета потерь в электроэнергетической системе.

Схема электроснабжения 0.4 кВ состоит из 20 узлов нагрузки и одного балансирующего узла. Каждый узел – это дом с собственной генерацией в виде небольшой солнечной электростанции в комбинации с аккумуляторными батареями. Активная нагрузка каждого дома (узла) - 5 кВт, коэффициент мощности 0.95. В качестве балансирующего узла в реальной системе может выступать вторичная обмотка трансформатора 6(10)/0.4 кВ, либо дизель-генераторная установка (ДГУ).

Для расчетов использовались 5 вариантов солнечных электростанций, в комплект каждой из которых входят: солнечные панели, крепеж, инвертор, аккумуляторные батареи. Их установленные мощности были равны 0.8, 2.4, 3, 3.2, 4 кВт.

На рисунке 1 представлен алгоритм управления изолированной энергосистемой. После подачи сигнала о введении в работу на головное устройство в системе начинается непрерывный расчет и запись баланса активной мощности в энергосистеме с дискретностью 1 с. В случае соблюдения баланса мощности, или незначительном превышении генерируемой $\Sigma P_{ик}$ над потребляемой мощностью $\Sigma P_{ик}$ – соответствующий сигнал подается на каждое ведомое устройство в сети. В ведомом устройстве пользователя ведется расчет локального баланса активной мощности, от которого зависит дальнейший учет балансов пользователя в реальной и внутренней валютах.

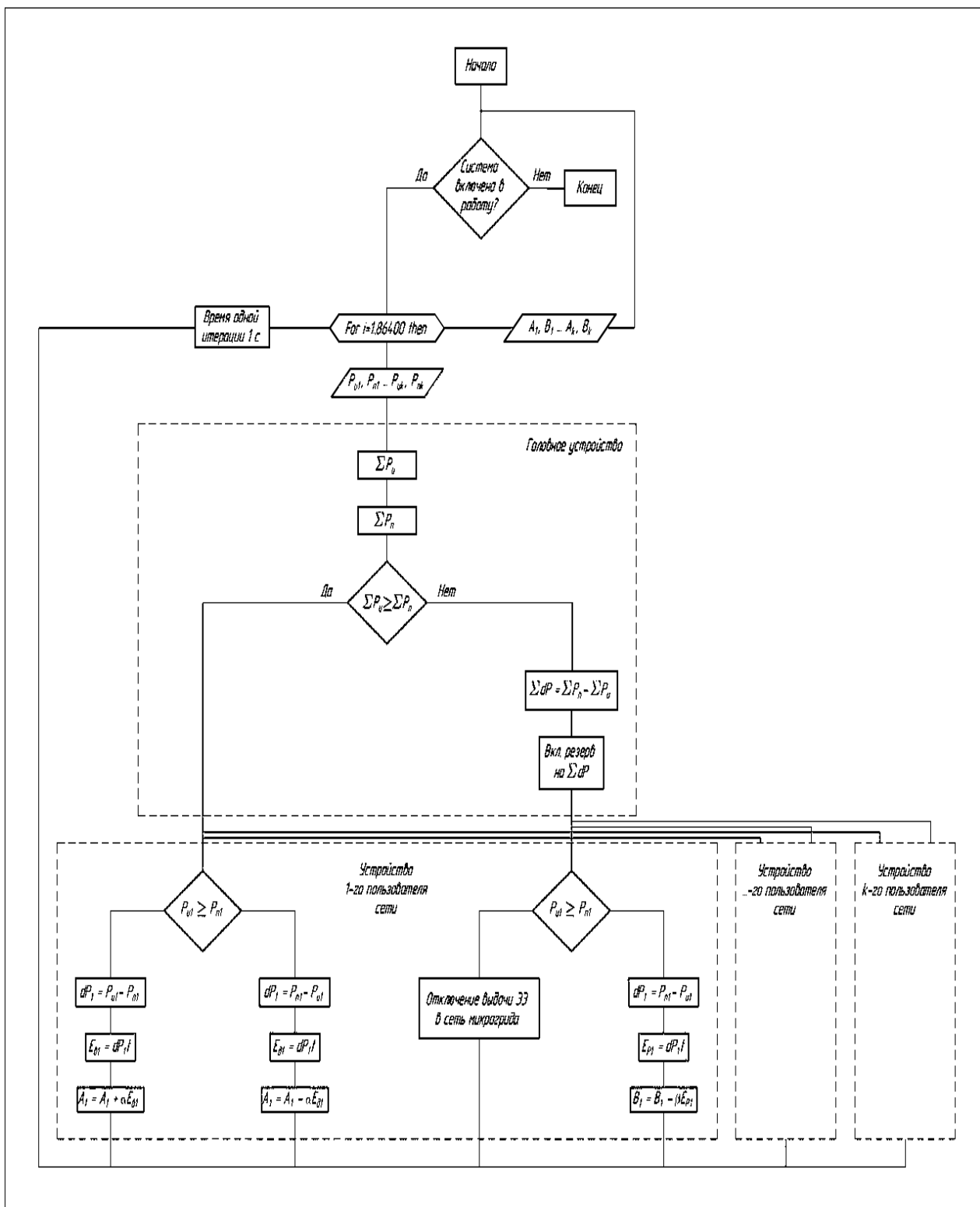


Рис. 1. Алгоритм управления микрогридом

Если в доме k-го пользователя сети имеется избыток по генерируемой активной мощности $P_{ик}$, то он выдает ее в сеть микрогрида. При этом ведомое устройство, выступая в качестве счетчика электроэнергии, ведет запись выданной в сеть микрогрида электроэнергии $E_{вк}$. Эта энергия продается в сеть по тарифу во внутренней валюте α , тем самым пополняя соответствующий баланс пользователя A_k . В случае дефицита активной мощности у k-го пользователя – энергия $E_{дк}$ потребляется из сети, уменьшая пропорционально тарифу во внутренней валюте α соответствующий баланс пользователя.

Рассмотрим такую ситуацию, когда собственной электроэнергии в микрогриде не хватает – потребляемая мощность $\Sigma P_{\text{пк}}$ превышает генерируемую $\Sigma P_{\text{ик}}$. В этой ситуации по сигналу головного устройства происходит автоматический ввод резерва на заданную им мощность. Сигнал также подается на каждое ведомое устройство сети. Если в таком режиме у k -го пользователя имеется избыток генерируемой активной мощности – он не имеет возможности выдавать ее в сеть. В случае же дефицита активной мощности – энергия $E_{\text{рк}}$ будет потребляться из резерва, уменьшая баланс пользователя в реальной валюте B_k пропорционально реальному тарифу на электроэнергию β .

В качестве головного и ведомых устройств в реальной системе планируется использование промышленных программируемых контроллеров, например «SIEMENS LOGO!».

Расчеты показывают (Таблица 1), что при увеличении установленной мощности в каждом узле – возможна одновременная работа большего числа узлов без получения электроэнергии из внешней энергосистемы.

Табл. 1. Результаты анализа режимов работы микрогрида

Установленная мощность в узле (кВт)	Соотношение выработки и потребления в узле (%)	Количество узлов, одновременно находящихся в нагрузке
0,8	16	2
2,4	48	8
3	60	10
3,2	64	11
4	80	14

Экономическая эффективность

Для каждого из пяти вариантов комплектов рассчитана стоимость оборудования для всего поселка. Эта стоимость включает в себя саму солнечную станцию, а так же стоимость устройства АСКУЭ.

Зная количество узлов с собственной генерацией, был произведен расчет их выработки, считая что выработка происходит 12 часов в сутки. По действующему тарифу электроэнергии на напряжение 0.4 кВ был произведен расчет экономии средств и срока окупаемости. Максимальный срок составляет 8 лет, что значительно меньше срока эксплуатации солнечной станции, который составляет 20 лет. Результаты расчетов представлены в Таблице 2.

Табл. 2. Результаты анализа эффективности

Собственная генерация (кВт)	Собственная выработка за год (кВт·ч)	Экономия средств в год (руб)	Срок окупаемости
0,8	70080	180105,6	8,0
2,4	210240	540316,8	5,1
3	262800	675396	5,6
3,2	280320	720422,4	5,7
4	350400	900528	7,8

Однако, расчет срока окупаемости был произведен исходя из того, что не была учтена купля-продажа энергии внутри системы, а было учтено количество электроэнергии, которое не нужно покупать из внешней энергосистемы за счет собственной генерации.

Но если работает система Blockchain и отдельному потребителю не хватает собственной генерации, то он покупает её у того, у кого она в избытке за собственную внутрисетевую валюту.

Выводы

Использование распределённой генерации в малых изолированных энергосистемах является экономически оправданным: срок окупаемости устройств распределённой генерации значительно меньше срока их эксплуатации; Для организации взаиморасчётов между собственниками объектов малой генерации в микрогриде возможно применение технологии самоисполняемых контрактов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. G. W. Arnold, «Challenges and opportunities in smart grid: a position article» Proceedings of the IEEE, vol. 99, no. 6, pp. 922–927, 2011.
2. C. Block, D. Neumann, C. Weinhardt «A Market Mechanism for Energy Allocation in Micro-CHP Grids» Proceedings of the 41st Hawaii International Conference on System Sciences – 2008, pp. 1-11.
3. J. Pascual, J. Barricarte, P. Sanchis, L. Marroyo «Energy management strategy for a renewable-based residential microgrid with generation and demand forecasting», Applied Energy 158 (2015) 12–25.

Научный руководитель: Е.М. Шишков, к.т.н., заместитель директора по науке, информатизации и инновациям филиала СамГТУ в г. Новокуйбышевске.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВИДА КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

Л.А. Бойко, А.И. Исакова, Д.П. Крауиньш
Томский политехнический университет

Аннотация. Последние десятилетия цены за пользование сетями электроэнергии поднимаются, необходимость потребления также растёт. В связи с этим произведены исследования для определения перспектив применения, и выдвинуты несколько возможных идей использования малой энергетики в городе Томске.

Ключевые слова: Малая энергетика, ветровая энергии, скорость ветра, ветрогенераторы с вертикальной осью вращения, ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения, многолопастные ветрогенераторы, Томск.

Существует множество способов по извлечению энергии из окружающей среды либо самостоятельного генерирования её. К сожалению, большинство